

KÖRNYEZET ÉS ENERGIA

HATÉKONY TERMELÉS, TUDATOS FELHASZNÁLÁS



DEBRECEN, 2018

Tartalomjegyzék

Előszó	4
<i>Maczik Erika</i> Klímavédelem Hajdú-Bihar megyében	9
<i>Dr. Mika János</i> A nemzetközi és a vitatott tengeri területek kőolajkészletei: igények, konfliktusok, megállapodások	19
<i>Dr. Kozma Gábor, Dr. Czimre Klára, Dr. Teperics Károly, Dr. Szabó György, Dr. Fazekas István</i> Megújuló energiaforrást használó háztartási kiserőművek térbelisége Magyarországon	33
<i>Taksz Lilla Dr. Czira Tamás, Selmeczi Pál</i> A települési és térségi klímastratégiai módszertan kidolgozásának elméleti és gyakorlati kérdései	39
<i>Vaszkó Csaba</i> Természeti erőforrás-gazdálkodás, mint a helyi éghajlatvédelem egyik eszköze, Tiszatarján példáján	47
<i>Dr. Bera József</i> Napelempark környezeti hatásainak elemzése	53
<i>Dr. Lázár István, Csákberényi-Nagy Gergely, Dr. Tóth Tamás, Dr. Buday Tamás, Dr. Szegedi Sándor</i> A szélklíma jellegzetességei Debrecenben toronymérések alapján	61
<i>Dr. Szabó György, Salánki Annabella, Dr. Fazekas István, Dr. Kozma Gábor, Dr. Teperics Károly, Dr. Czimre Klára</i> A biogáz termelés európai vonatkozásai	69
<i>Nagy Dávid, Dr. Bai Attila, Gabnai Zoltán</i> Biogáz-üzemi melléktermékek pelletcélú hasznosítása	75

<i>Dr. Buday Tamás, Budayné Bódi Erika</i> A geotermikus potenciál meghatározásának elvi problémái a közép-tiszfántúli felső-pannóniai vízadók esetében	81
<i>Hermanucz Péter, Dr. Barótfi István, Dr. Géczi Gábor</i> Hőszivattyúk alkalmazásának környezetvédelmi aspektusai	87
<i>Sugár Viktória, Horkai András, Pap Zsófia, Dr. Talamon Attila</i> Századfordulós lakóépületek energetikai lehetőségei	93
<i>Severnyák Krisztina</i> Bivalens fűtési rendszerek költségoptimuma	99
<i>Dr. Somogyvári Márta</i> A blockchain alapú kereskedelem hatása a megújuló energia elterjedésére	105
<i>Farkas Andrea</i> A környezetbiztonságot és Magyarország lakosságát érintő kihívások veszélyek elemzése egy hazai kutatás eredményeinek felhasználásával	111
<i>Kovács Enikő, Dr. Patkós Csaba, Dr. Radics Zsolt, Dr. Fazekas István, Dr. Szabó György, Dr. Csorba Péter, Dr. Tóth Tamás</i> Települési megújuló energia beruházások megítélése helyi prominencia-interjúk tükreben	119
<i>Ütőné dr. Visi Judit, Dr. Csorba Péter, Dr. Tóth Tamás</i> Környezettudatosság, energiatudatosság és a földrajz érettségi	127
<i>Dr. Szabó György, Dr. Fazekas István, Dr. Patkós Csaba, Dr. Radics Zsolt, Dr. Csorba Péter, Dr. Tóth Tamás, Kovács Enikő, Mester Tamás, Szabó Loránd</i> A lakosság megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos ismereteinek vizsgálata Hajdú-Bihar megyei és Heves megyei településeken	133
<i>Dr. Fazekas István, Dr. Szabó György, Dr. Patkós Csaba, Dr. Radics Zsolt, Dr. Csorba Péter, Dr. Tóth Tamás, Kovács Enikő, Mester Tamás, Szabó Loránd</i> A lakosság megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos ismereteinek vizsgálata eltérő adottságú kistájokban	141
<i>Apró Anna, Kovács Enikő, Rázsi András, Dr. Mika János</i> A fényszennyezés, a megújuló energiák, a klímaváltozás és a fenntarthatóság környezetpedagógiai feldolgozása: hasonlóságok és egyediségek	147

Szilágyi Artúr

A magyar villamosenergia-rendszer közvetlen és közvetett nitrogénoxid-kibocsátásai

151

Bán Beatrix, Gyöngyösi András Zénó, Dr. Weidinger Tamás

A WRF időjárás előrejelző modell rövidhullámú sugárzási parametrizációinak alkalmazása napenergia előrejelzésekhez

157

Kazsoki Attila Sándor, Dr. Hartmann Bálint

Napelem penetráció növekedésének hatása a villamosenergia-rendszer üzemére - Középfeszültségű elosztóhálózatok szimulációs lehetőségei

165

Kordás Nóra

Műholdas adatokon alapuló globálsugárzás előrejelezhetőség vizsgálat

171

Horváth Ágnes

Felszíni geofizikai vizsgálatok szerepe a hőszivattyús rendszerek telepítésének előkészítésében

177

Faragó Enikő

A talajvízszint hatása a geotermikus hőszivattyús rendszerek hatékonyságára

183

Ilyés Csaba, Dr. Szűcs Péter, Dr. Zákányi Balázs, Zákányiné Dr. Mészáros Renáta

A felhagyott szénhidrogén ipari kutak felhasználásának lehetőségei a hazai geotermikus erőmű fejlesztésben

189

Boldizsár Csongor

Települési szilárdhulladék lerakók hőgazdálkodásának elméleti és kísérleti vizsgálata

195

Szolyák Zsuzsanna

Megújuló energiák szerepe a közlekedésben

203

Haffner Tamás

A megújuló energiaforrások alkalmazásán alapuló energiapolitika megteremtésének lehetősége Magyarországon

209

Márton András

A fenntartható energiagazdálkodás társadalmi megítélésének vizsgálata és előrejelzése	217
---	-----

Deák Attila

A lakossági energiafelhasználás területi különbségeinek alakulása Magyarországon	223
--	-----

Bánóczki Krisztina

Az aktuális környezetvédelmi, éghajlatváltozási, táj- és területfejlesztési stratégiák Debrecenre vonatkozó részeinek összehasonlító elemzése	229
---	-----

Hegedűs Imre

A Debreceni Egyetem kollégistáinak környezettudatossága	235
---	-----

Boldizsár Csongor, Fodor Béla

Családi ház energetikai célú modellezése számítógépes szimulációs szoftver segítségével	241
---	-----

Horkai András, Dr. Talamon Attila, Sugár Viktória

Nagypaneles lakóépületek energiafelhasználásának változása	247
--	-----

Barczy András, Dr. Géczy Gábor

Előretékinés a szennyvíztisztításban - Kezelés és a társadalom	253
--	-----

Csete Ákos Kristóf, Dr. Gulyás Ágnes

A városi zöld infrastruktúra vízgazdálkodási szerepének vizsgálati lehetőségei a környezettudatos településtervezés tükrében	257
--	-----

Szkordilis Flóra

A természetalapú megoldások a város-rehabilitációban	265
--	-----

Szabó Zita, Dr. Sallay Ágnes

Tájtípusok az energia szempontjából	271
-------------------------------------	-----

Pálfi Zsuzsa

A mélymulcs, mint alternatíva az ökológiailag fenntartható kertművelésre	275
--	-----

Névmutató

280

A VÁROSI ZÖLD INFRASTRUKTÚRA VÍZGAZDÁLKODÁSI SZEREPÉNEK VIZSGÁLATI LEHETŐSÉGEI A KÖRNYEZETTUDATOS TELEPÜLÉSTERVEZÉS TÜKRÉBEN

CSETE ÁKOS KRISTÓF, DR. GULYÁS ÁGNES

Szegedi Tudományegyetem, TTIK, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék
Urban Climate Research Group
E-mail: cseteakos@geo.u-szeged.hu

Absztrakt

A klímaváltozás hatására gyakoribbá váló nem kívánatos időjárási jelenségek, illetve a városok területi és lakosságszámbeli növekedése mind időszerűbbé teszik a települések vízgazdálkodásának klímatudatos (át)tervezését és ennek fontos részévé válhat a zöld infrastruktúra a „természetalapú megoldások” elemeként. A zöld infrastruktúra vízgazdálkodási rendszerekben történő alkalmazhatóságát segíti elő, ha megalapozott adatokkal (pl.: modellszámításokkal) támasztjuk alá a hatását. Ennek érdekében egy nemzetközi modell (UFORE-Hydro) adaptálását kezdtük el hazai viszonyokra, amellyel a növényzet lefolyásra gyakorolt hatását, illetve az azt befolyásoló tényezőket vizsgáltuk egy szegedi mintaterületen. Munkánkban célul tűztük ki, hogy a magyar döntéshozókészítés és döntéshozás figyelmét ráirányítsuk a növényzetben rejlő potenciálokra.

Kulcsszavak: fenntartható települési vízgazdálkodás, UFORE-Hydro, zöld infrastruktúra, természetalapú megoldások

1. Bevezetés

A városi területek vízgazdálkodásának fenntarthatóvá tétele kiemelt feladata a modern településtervezésnek. A klímaváltozás fényében az urbánus területeken is egyre fontosabbá válik a fenntartható vízgazdálkodás alkalmazása. A településtervezés egyre gyakrabban szembesül mennyiségi és minőségi problémákkal a víz, mint környezeti elem kapcsán (Gayer és Ligetvári, 2007). Fontos megteremteni az egyensúlyt a természetes és mesterséges elemek összekapcsolásában, mivel így komplexebben kezelhetők a hirtelen nagy mennyiségben felszínre érkező csapadékok, és egy-egy elhúzódo aszályos időszak okozta problémák. Ebből a szempontból kiváló lehetőség a zöld infrastruktúra alkalmazása, hiszen megteremtheti az összeköttetést a vegetáció által nyújtott szolgáltatások és a mérnöki megoldások között (Hancz, 2013). A természetközeli vízgazdálkodási rendszerekhez kapcsolódóan több gyakorlat is létezik (pl. LID (Low Impact Design), WSUD (Water Sensitive Urban Design)), amelyek közös eleme a városi vizek környezeti szempontú kezelése, a természetes hidrológia ciklus elemeinek átvétele (CVC, 2010; U.S EPA, 2007; Romnée et al., 2015). A természetalapú megoldásokban (nature-based solutions/NBS) – amelyek a városok renaturalizálására törekсенek – kiemelt szerep jut a zöld infrastruktúrának, azon belül is a fás vegetációnak (Raymond et al., 2017). A globális trendeket támasztják alá a modern vízgazdálkodási elveket alkalmazó komplex kezdeményezések (pl.: WSUD Ausztráliában), illetve a vízvisszatartásra koncentráló átfogó projektek is (pl. „Sponge city” projekt Berlin, Kína, Tajvan) (Liu et al., 2015).

A fás vegetáció a vízgazdálkodásban betöltött szerepét leginkább puffer hatása

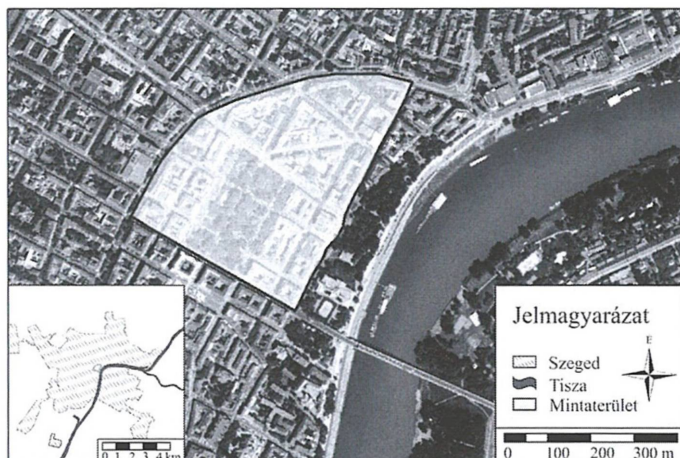
révén fejt ki, amely során az egyik legjelentősebb folyamat az intercepció (Xiao és McPherson, 2011). Ennek során a fák lombozata és törzse, csökkenti a leérkező csapadék csúcsvízhozamát (Berland et al., 2017). Nagyobb mennyiségű csapadék alkalmával a lombkoronában és a törzstérben ideiglenesen tárolt vízmennyiségnek jelentős szerepe lehet a csatornarendszer túlterheltségének csökkentésében, extrém csapadékok idején pedig a villámárvizek mértékét és károkozását csökkentheti (Xiao et al., 1998; Xiao et al., 2002). Hazánkban még viszonylag kevés kutatás foglalkozik a témakörrel, ezért is fontos, hogy modellszámításokkal és hazai viszonyok között is érvényes adatokkal támogassuk meg a zöld infrastruktúra alkalmazását lokális döntéselőkészítő folyamatokban (Buzás, 2012). Vizsgálatunkban egy az Egyesült Államokban kifejlesztett modell (UFORE-Hydro) magyarországi mintaterületre való adaptálását kezdtük el, illetve végeztünk vele vizsgálatokat. A modell a vegetáció városi hidrológiára kifejtett hatását helyezi a vizsgálatok középpontjába és ebből a szempontból tekintve hiánypótló. Célul tűztük ki, hogy a hazai döntéselőkészítés és döntéshozás figyelmét ráirányítsuk a növényzet és zöld infrastruktúra, környezettudatos településtervezésben való használatának lehetőségeire.

2. Anyag és módszer

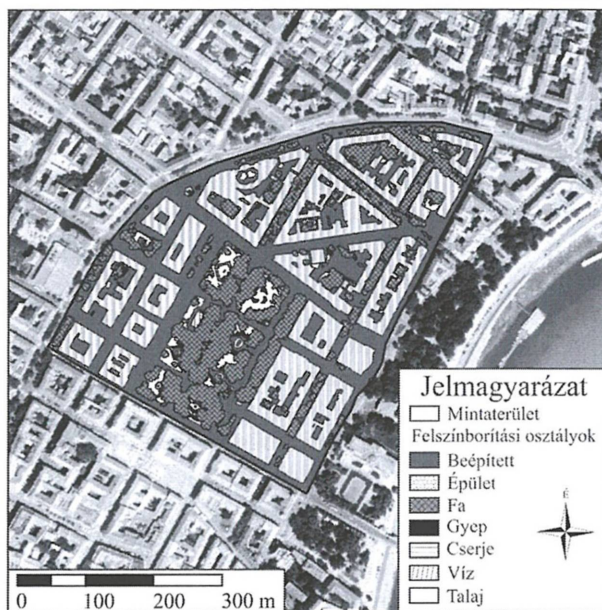
Mintaterület

Szeged, mint a Dél-Alföld központi városa sajátos klimatikus adottságokkal rendelkezik (Balázs, 2008). Az alacsony csapadékösszeg (497 mm) és az ebből adódó aszályos időszakok mellett olykor az extrém mennyiségű nyári villámcsapadékok jelentenek komoly problémát. A hirtelen lezúduló nagy mennyiségű csapadék jelentős túlterhelést jelent az elavult csatornahálózatra, így nagy területeken okozhat elöntést és károkozást (Unger és Gál, 2017).

A vizsgálat mintaterületétül Szeged központi fekvésű tere (a Széchenyi tér) és a környező belvárosi épületek szolgáltak (1. ábra). A területen magas a vízzáró burkolatok aránya – kivéve a tér zöldfelületét, amelyet aszfalt utak kereszteznek – és elhanyagolható az áteresztő felszínnek kiterjedése, aminek következtében a felgyülemlett csapadék többletvízként a felszínen marad és nem képes elszivárogni. A mintaterület „tipikusan” városi fajokban gazdag, nagyarányban van jelen a juharlevelű platán (*Platanus x hybrida*), az ezüst hárs (*Tilia tomentosa*), a nagylevelű hárs (*Tilia platyphyllos*) és a nyugati ostorfa (*Celtis occidentalis*).



1. ábra A vizsgálat belvárosi mintaterülete



2. ábra A felszínborítási osztályok

3. Módszerek

A vizsgálatunkban használt UFORE-Hydro modell nagy részletességgel foglalkozik a vegetáció vízháztartási rendszerre gyakorolt hatásával. Kiemelt paramétere a levélfelületi-index (Leaf-Area Index, LAI), amelynek mértéke jelentősen befolyásolhatja a növényzet intercepcióshatékonyosságát (Hirabayashi, 2013; Móricz et al., 2009). A modell számításainak alapját az órás felbontású csapadékadatok képezik (vizsgálatunkban a 2012. január 1. és december 31. közötti csapadék értékeket használtuk).

A növényzet arányát megadó felszínborítási kategóriákat az eCognition 9.1 Developer programban határoztuk le. A Hydro modell az alábbi kategóriák elkülönítését igényli: „fás és gyepterület”, „cserje borítás”, „kopár talajfelszín”, „vízzáró burkolatok” (2. ábra). További kiegészítő, de fontos alapadat a fás vegetáció koronája alatt található áteresztő és vízzáró felszín aránya, illetve a fa és cserje borításon belüli örökzöld vegetáció aránya. A felszínborítási kategóriák elkülönítéséhez szegmens alapú osztályba sorolást használtunk, amelyet manuális osztályba sorolással is kiegészítettünk a pontosság növelése érdekében. Ennek eredményeképpen az osztályok teljes pontossági értéke 85% felett alakult (Congalton, 1991).

A modellben a valós felszínborítás mellett (fiktív) alternatív felszínborítási arányokkal is dolgozhatunk, így lehetőségünk adódik egy jövőbeni zöld infrastrukturális fejlesztés és térrekonstrukció hatásának elemzésére és szemléltetésére (amelyet várostervezési rendszerekben is felhasználhatunk) (Wang et al., 2008). Jelen vizsgálatunkban két forgatókönyv variánst is alkalmaztunk. Az alternatív szcenárió 1-ben (továbbiakban asz1.) a növényzet növelésével járó hatások elemzésére fektettünk nagyobb hangsúlyt (a növényzet arányát 25%-al növeltük, ebből 12,5% a fakorona borítás növelése), ezzel szemben az alternatív szcenárió 2-ben (továbbiakban asz2.) a vízzáró felszín növelésének hatását vizsgáltuk (a növényzet arányát csökkentettük 6%-al).

4. Eredmények

Alapeset felszínborítási eredményei

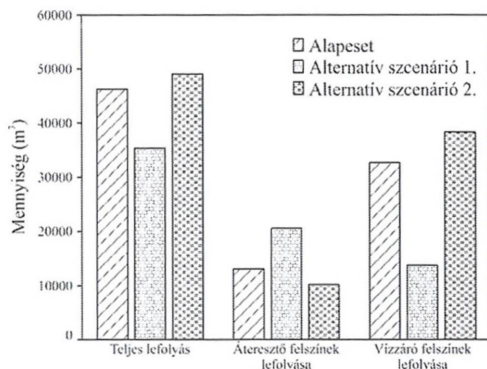
A mintaterületre érkező csapadékmennyiség 82 350 m³ volt a vizsgált évben. A téli hónapok egyenletes eloszlásával szemben a tavaszi és nyári hónapokban igen hektikusan alakult a csapadék. A havi átlagos csapadék 35 mm körül alakult, amelytől természetesen az adott hónapok értékei jelentős eltérést mutathatnak.

Lefolyás

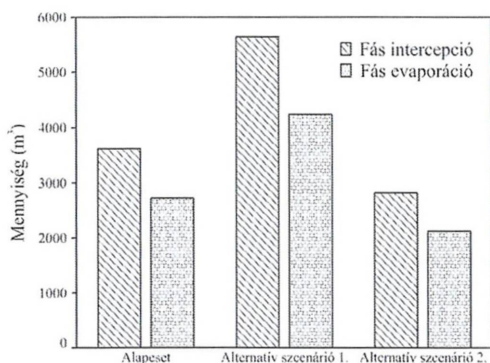
A Hydro egyik fő kimeneti eredménye a mintaterületre jellemző teljes lefolyás, amely magában foglalja az alapvízhozamot – csapadékmentes időszakban a felszín alatti vizekből táplálkozó vízhozam (lefolyás) – továbbá a felszíni lefolyás két összetevőjét: a vízzáró felszínnek és az áteresztő felszínnek lefolyását is (Wang et. al., 2008). A növényzettel fedett felszínnek és a mesterséges burkolatok közötti eltérést jól kifejezi az utóbbi két összetevő értéke. A teljes lefolyás mennyisége szorosan kapcsolódik a csapadékmennyiséghez – a mintaterületen a teljes lefolyás az éves csapadékmennyiség 56%-át tette ki – ennek következtében az évszakos trendek is nagyban hasonlítanak. Nyáron érte el a legalacsonyabb értéket, míg az őszi hónapokban jelentkeztek a legmagasabb mennyiségek. A lefolyás komponensekre a csapadék mellett a felszínborítás gyakorol jelentős hatást. A mintaterületre érkező csapadék 39,7%-a burkolt, mesterséges felszínre folyt le, az áteresztő felszínre ennek a mennyiségnek kevesebb, mint a fele, 15,9% érkezett. A lefolyás nyáron érte el a minimumát, míg az őszi évszakban a maximumát mindkét típusú felszínen. Ehhez hozzájárul, hogy a vegetáció aktív szakasza nyári hónapokra esik – egyben felületi kiterjedése is ekkor éri el a maximumot – míg összességében a téli nyugalmi periódusra készül fel.

Intercepció, evaporáció

A fás vegetációnak (fiziológiai és méreti tulajdonságaiból adódóan) kiemelt jelentősége van az intercepció és evaporációs folyamatokban, ezért ezt a növényzeti típust vizsgáltuk behatóbban. Az intercepció során az éves csapadékmennyiség közel 4%-át fogta fel a fás vegetáció, amely területi arányokból adódóan jelentősnek mondható. Az intercepció hatékonyság ugyanakkor jelentősen függ a vizsgált időszak csapadékmennyiségétől és annak halmazállapotától is. A levélfelületi evaporációra szintén jelentős hatással bír a csapadékmennyiség és a hőmérséklet. A fás vegetáció április és július közötti időszakban



3. ábra A 3 felszínborítási eset felszíni lefolyásainak összehasonlítása



4. ábra A Szenáriók fás intercepciója és evaporációja

teljes lombozatban van, alapvetően az intercepció és evaporációs folyamatok is ekkor a leghatékonyabbak.

Alternatív felszínborítási scenáriók

A vegetáció feltételezett növelésének lefolyás csökkentő hatásai legerőteljesebben a teljes lefolyás éves mennyiségében érhetőek tetten. Az asz.1-ben a teljes lefolyás éves értéke $35\,000\text{ m}^3$ -ra csökkent, szemben az asz.2-vel ($49\,000\text{ m}^3$). Az áteresztő felszíneken történő lefolyás növekedése ($13\,000\text{ m}^3$ -ról $20\,000\text{ m}^3$ -re nőtt) a magasabb növényzeti arányhoz kapcsolódik és alapvetően pozitív hatást gyakorol városi hidrológiai körforgásra, mivel a tározódás, az infiltráció és az evaporáció folyamata is jelentős mértékű lehet ezeken a felszíneken.

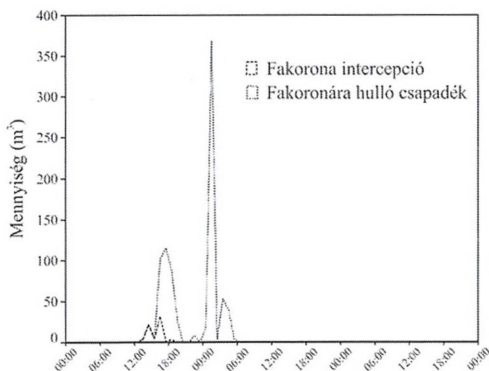
Ezt a pozitív hatást jól szemléltethetjük a vízzáró felszín lefolyásával is: asz1.-ben közel harmadára ($14\,000\text{ m}^3$) csökkent, míg az asz2.-ben jelentős növekménnyel számolhatunk (3. ábra). Az intercepció értékek növekedésével is számolhatunk az asz1.-ben, a teljes mintaterületre érkező csapadék 6,4%-át (5600 m^3) fogná fel a növényzet az alapeset 4,4%-ával szemben. A megemelkedett intercepció hozzájárulna az evaporáció növekedéséhez, amely így megközelítené a 4200 m^3 -t. Az asz2.-ben a növényzet csökkenésének hatására csökkenne a felfogott csapadékmennyiség (3,4%) és az evaporáció is (2100 m^3) (4. ábra).

Csapadékesemények vizsgálata

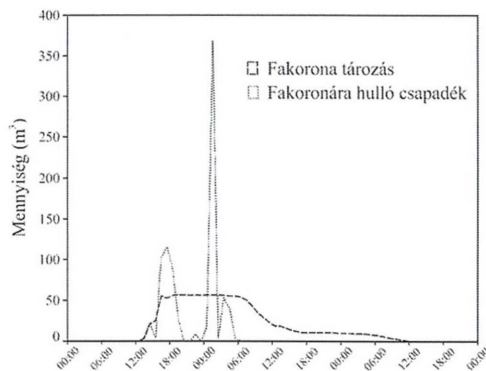
A Hydro-val lehetőségünk nyílik nagyintenzitású csapadékesemények folyamatainak elemzésére is, így azok okozta problémákra is fényt deríthetünk. Vizsgálatunkban egy 72 óra időtartamú időszakot elemeztünk (2012. július 24. 0:00 és július 26. 23:00 között). A csapadékhullás 17 órán keresztül tartott (3825 m^3 csapadék hullott a területre).

Az intercepció folyamata a csapadékhullás kezdetekor beindul – közvetlenül azután, hogy a csapadék elérte a lombkorona felszínét – és mennyisége addig a pontig közel azonos a csapadékéval (5. ábra), amíg a fák levélfelületi tározása el nem éri az aktuális maximumát (amely jelen esetben 56 m^3). A maximum szint elérése után a lombkorona nem képes több csapadékot felfogni és a többlet vízmennyiség koronán áthull (throughfall) csapadék része lesz. Az eltárolt vízmennyiség kiürülése a csapadékhullás után kezdődhet meg, amely azonban jelentős mértékben függ a fakorona állapotától és a meteorológia paramétereitől is (6. ábra).

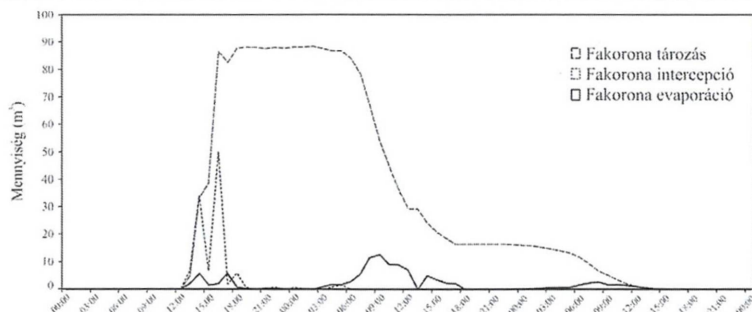
A tározás az intercepció során levélfelületre került vízmennyiség függvénye, amelyet a Hydro kumulatív módon számol, így mennyisége és időtartama meghaladja az intercepcióét. A tározás mennyiségére komoly hatást gyakorol az evaporáció is, hiszen



5. ábra Az intercepció és a csapadék kapcsolata



6. ábra A tározás és a csapadék kapcsolata



7. ábra Az alternatív szcenárió 1. folyamatainak kapcsolata

a párolgás során jelentős mennyiségű víz távozik (viszont ez legnagyobb mértékben a csapadékhullás befejeztével történhet meg, mivel ekkor a csapadékhullás már nem gátolta a párologtatást). Jól érzékelhető a vízzel kapcsolatos folyamatok csapadékesemény alatti változása: az intercepcióban a csapadékesemény elején hirtelen, ugrásszerű növekedés tapasztalható, majd a tározási kapacitás maximumának elérése után, gyors csökkenés (7. ábra).

5. Következtetések

A várostervezés egyik legaktuálisabb feladata a zöld infrastruktúra szerteágazó hatásának számszerűsítése és tervezési rendszerekbe történő integrálása. Megfelelő alkalmazásával jelentősen csökkenthetjük a csatornahálózat terheltségét, azonban a városi vízháztartásban betöltött ezen szerepének vizsgálata a közelmúltig elhanyagolt kutatási terület volt. A fenntarthatóság szempontjából sokkal ésszerűbb megoldás, ha egy sokoldalú természet alapú megoldással javítjuk a terület vízháztartását és a környezet állapotát, a hagyományos sok erőforrást igénylő hálózatbővítéssel szemben. A városi növényzet – kimondottan a fásszerű vegetáció – kiemelt fontosságú lehet a hirtelen kialakuló csapadékesemények negatív hatásának mérséklésében. Alkalmazásukat az előbb említett extrém csapadékesemények mellett az aszályos időszakok számának várható emelkedése teszi időszerűvé. Ezeket a tompító hatásokat az erőforrás- és időigényes terepi mérések mellett, modellek felállításával és futtatásával is vizsgálhatjuk. A UFORE-Hydro-t a vegetáció kiemelt szempontként kezelése emeli ki a hasonló modellek közül, valamint az alternatív szcenáriók használatának lehetősége, mely alkalmassá teszi beruházások és városrendezési tervek jövőbeli hatásainak becslésére.

Sok ország már felismerte a zöld infrastruktúra használatának pozitív hatásait, azonban hazánkban még kevésbé jellemző az átfogó szellemben megvalósult fejlesztés. Ennek okai között szerepelhet – szemléletmód mellett – a hazánk területére vonatkozó objektív adatok alacsony száma is. Vizsgálatunk során a növényzet (elsősorban a fás vegetáció) városi vízháztartásban betöltött szerepének jellemzését tartottuk szem előtt, kiemelten figyelembe véve a várostervezési szempontokat. A szegedi mintaterületünkön végzett modellezés eredményei arra mutatnak rá, hogy a növényzet jelentős mértékben csökkentheti a felszínen lefolyó vizek mennyiségét. Ez a pozitív hatás az intercepció tározásnak és ez evaporációnak köszönhető, amelyek segítségével a növényzet a felszínre érkező csapadékok lefolyási amplitúdóját is csökkentheti. A zöldfelületek és a beszivárogtató felületek növelése a beszivárgás mellett a víztározást is elősegítheti, amely az öntözési költségek csökkenéséhez is hozzájárulhat. A tanulmányban is bemutatott zöldfelület csökkentés esetén (pl.: köztér rekonstrukció), amely során nagyobb mértékű fakorona csökkenéssel számolunk, a fentebb említett folyamatok hatékonyságnak

csökkenésére számíthatunk. A kis területen végzett vizsgálatok során is mérhető hatásokat lehet kimutatni, azonban nagyobb területre (pl. Szeged teljes területére) kiterjesztve a zöld infrastruktúra hatásának vizsgálatát, annak komoly várostervezési hozadéka és gazdasági vonzata is lehet. A modell hazai területekre és adatbázisokra való felkészítése mellett fontos feladat a bemeneti paraméterek további pontosítása. További terveink között szerepel a modell által nyújtott további output paraméterek (felszíni tározódás, levélzetben tárolt vízmennyiség) elemzése és új mintaterületek bevonása a vizsgálatba. Mindemellett fontos cél az eredmények tervezési folyamatokba integrálhatóságának előkészítése.

6. Irodalomjegyzék

- Balázs B., (2008) Az átlagos városi hősziget területi szerkezetének modellezése és a modell kiterjesztése. Doktori értekezés, Szeged
- Berland A., Shiflett S.A., Shuster W.D., Garmestani A.S., Goddard H.C., Herrmann D.L., and Hopton M.E., (2017) The role of trees in urban stormwater management. *Landscape and Urban Planning* 162 167–177.
- Buzás K., (szerk.) (2012) Települési csapadékvíz-gazdálkodás. Budapest: TERC Kereskedelmi és Szolgáltató Kft, 148 p.
- Congalton R.G., (1991) A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data, *Remote sensing of the Environment*, 37, pp. 35–46.
- Credit Valley Conservation (CVC) (2010) Low impact development stormwater management planning and design guide (Version 1.0) Credit Valley Conservation, Toronto and Region Conservation Authority
- Gayer J., és Ligetvári F., (2007) Települési vízgazdálkodás csapadékvíz elhelyezés. Környezetvédelmi és vízügyi minisztérium, Budapest
- Hancz G., (2013) A zöld infrastruktúra szerepe a települési vízgazdálkodásban. *Debreceni Műszaki Közlemények* 2013/2
- Hirabayashi S., (2013) i-Tree Streets/Design/Eco rainfall interception model comparisons, Retrieved from [http://www.itreetools.org/eco/resources/iTree Streets Design Eco Rainfall Interception Model Comparisons.pdf](http://www.itreetools.org/eco/resources/iTreeStreetsDesignEcoRainfallInterceptionModelComparisons.pdf) (30.01.14).
- Liu C.M., Chen J.W., Hsieh Y.S., Liou M.L., Chen T.H., (2015) Build Sponge Eco-cities to Adapt Hydroclimatic Hazards. In: Leal Filho W. (eds) *Handbook of Climate Change Adaptation*. Springer, Berlin, Heidelberg
- Móricz N., Gálos B., és Gribovszki Z., (2009) Az erdők intercepciójának mérési és modellezési lehetőségei. *Hidrológiai Közöny*. 89. (4) 35–45.
- Raymond C.M., Berry P., Breil M., Nita M.R., Kabisch N., de Bel M., Enzi V., Frantzeskaki N., Geneletti D., Cardinaletti M., Lovinger L., Basnou C., Monteiro A., Robrecht H., Sgrigna G., Munari L., and Calfapietra C., (2017) An Impact Evaluation Framework to Support Planning and Evaluation of Nature-based Solutions Projects. Report prepared by the EKLIPSE Expert Working Group on Nature-based Solutions to Promote Climate Resilience in Urban Areas. Centre for Ecology & Hydrology
- Romné A., Evrard A., and Trachte S., (2015) Methodology for a stormwater sensitive urban watershed design, *Journal of Hydrology*, Volume 530, Pages 87–102
- Unger J., és Gál T., (2017) Városhőklíma: Szeged városklimatológiai vonatkozásai. Szeged, GeoLitera, 256 p.
- United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA) (2007) Reducing Stormwater Costs through Low Impact Development (LID) Strategies and Practices. Report No. EPA 841-F-07-006. Washington, D.C.
- Wang J., Endreny T.A., and Nowak D.J., (2008) Mechanistic simulation of tree effects in an urban water balance model. *Journal Of The American Water Resources Association* Vol. 44, No. 1
- Xiao Q., McPherson E.G., Simpson J.R., and Ustin S.L., (1998) Rainfall interception by Sacramento's urban forest. *Journal of Arboriculture* 24 (4), 235–244.
- Xiao Q., and McPherson E.G., (2002) Rainfall interception by Santa Monica's municipal urban forest. *Urban Ecosystems*, 6: 291–302
- Xiao Q., and McPherson E.G., (2011) Rainfall interception of three trees in Oakland, California. *Urban Ecosystem* 14:755–769